



**KARADENİZ  
TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
KARADENİZ TECHNICAL UNIVERSITY  
1955  
Makine Mühendisliği Bölümü

HAZİRAN  
2021

Betül Acar  
KTÜ Makina Mühendisliği Bölümü

Yağmur Kaya  
KTÜ Makina Mühendisliği Bölümü

Akademik Danışman  
Doç. Dr. Ömer Necati Cora  
KTÜ Makina Mühendisliği Bölümü

Sanayi Danışmanı  
Mustum Özkesiciler  
Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.

## Katmanlı İmalat Teknolojisi İle Yapı Dinamiği Özelliklerini Koruyan Küçültülmüş Model Oluşturulması

*Design and Analysis of Scaled Model Without Changing the Structural Dynamics With Additive Manufacturing*

AMAÇ

Bu çalışmada, maliyet ve zamandan tasarruf sağlayacak büyük ve karmaşık yapıların dinamik davranışını küçültülmüş modellerle elde etmek için bazı başlangıç düzeyinde çalışmaların yapılması amaçlanmıştır.

Yaptığımız çalışmanın yapının dinamik davranışları belirlemek, katmanlı imalat ile küçültülmüş modelin dinamik özelliklerini koruması ve daha karmaşık modellerin üretiminde kullanılması için bir alt yapı oluşturması hedeflenmiştir.

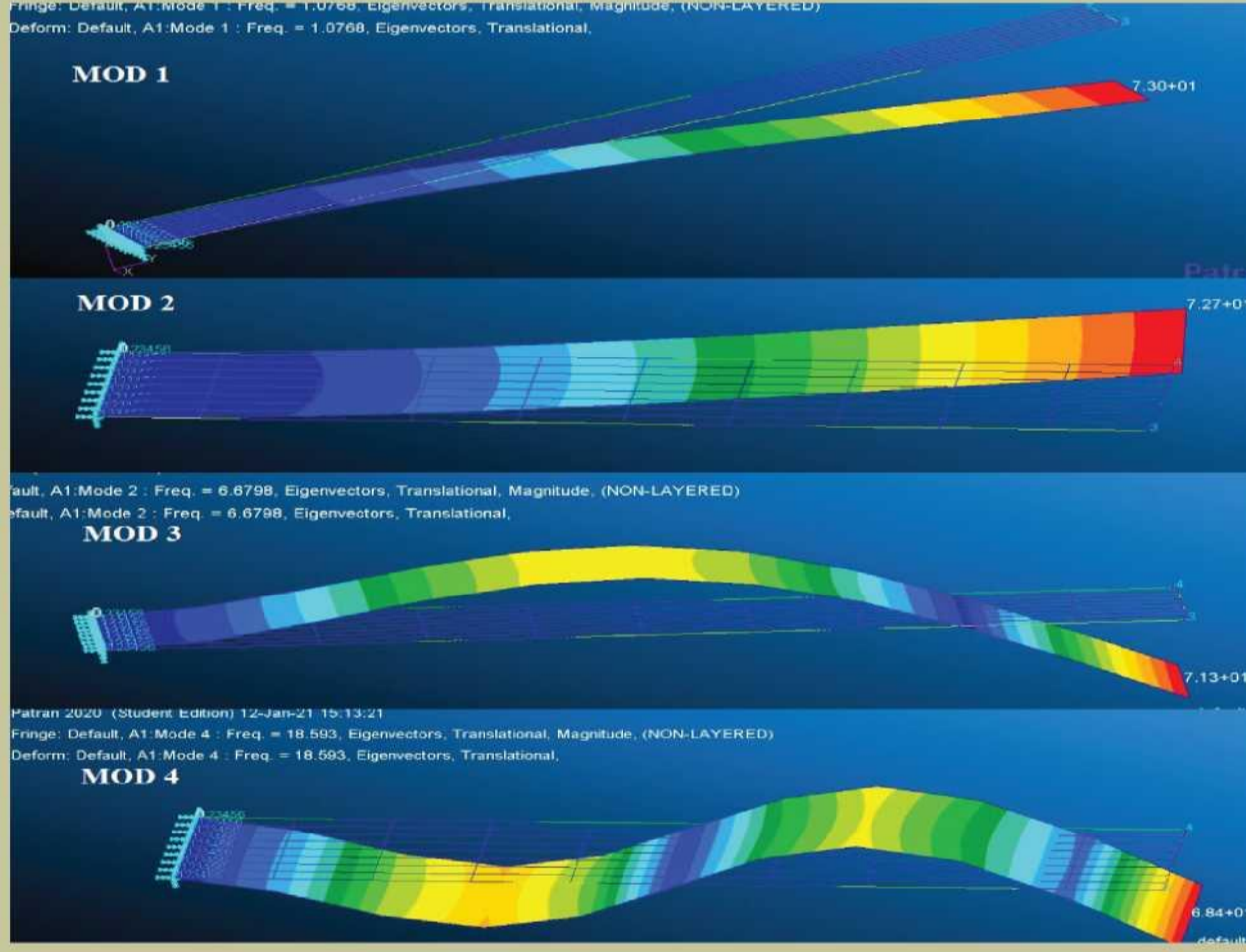


MODAL ANALİZ

Modal analiz, son yirmi yılda mühendislik yapılarında dinamik özelliklerin belirlenmesi, iyileştirilmesi ve optimize edilmesinde önemli bir teknoloji haline gelmiştir. Modal analizde amaç doğal frekans ve mod şekilleri gibi sistemin dinamik özelliklerinin belirlenmesi ve bu dinamik davranışın matematiksel modelinin elde edilmesidir.

Mod şekli yapının her bir doğal frekansındaki titreşim esnasında aldığı şekli ifade etmektedir. Bu mod şekillerinin her biri doğal bir frekansa karşılık gelmektedir.

NE OLUYOR?

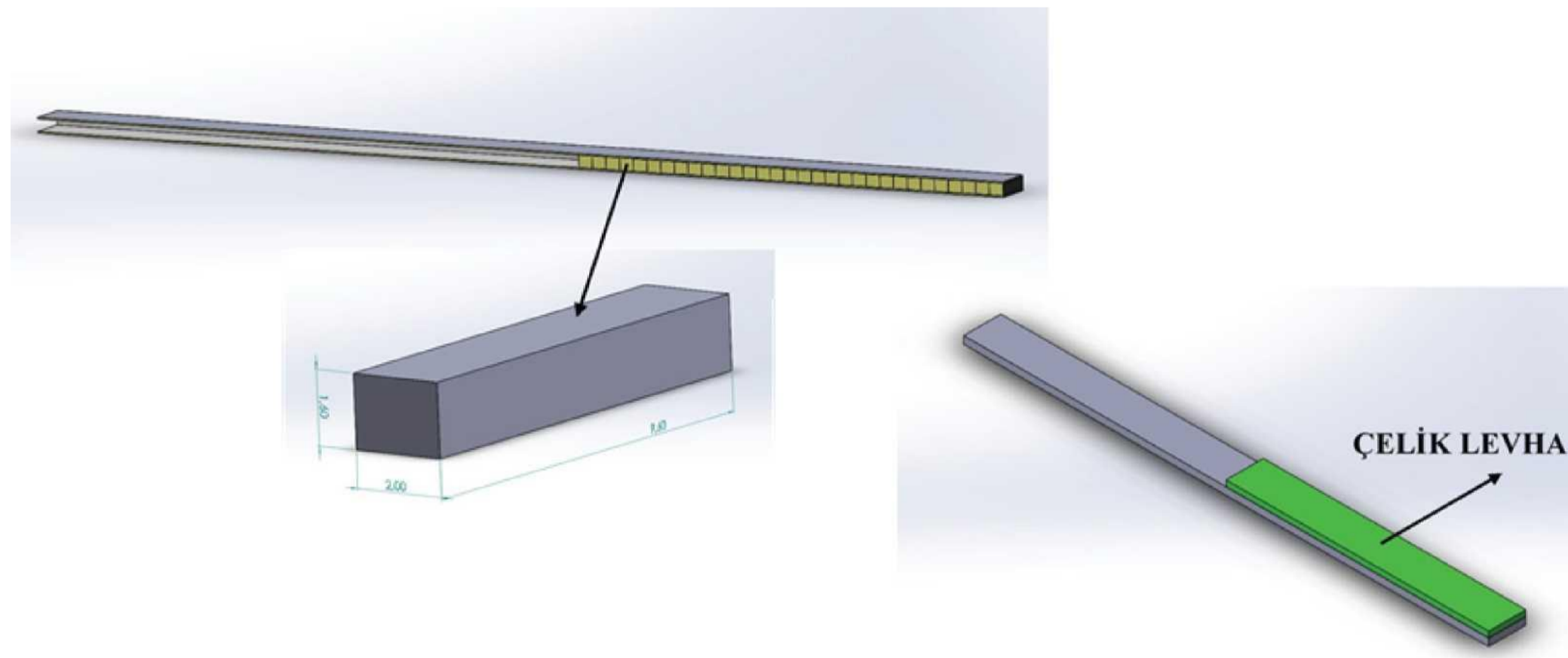


Çalışma kapsamında, uçak kanadına benzer basit bir gövde geometrisi esas alınarak 423x30x6 mm boyutlarında ve polikarbondan yapılmış model kullanılmıştır. MSC. Nastran programı ile tam ölçekli modelin ilk dört moduna karşılık gelen doğal frekansları sırasıyla 7,2 Hz, 35,7 Hz, 45,1 Hz ve 126,1 Hz olmuştur.

Tam ölçekli plaka 3 boyutlu yazıcılarda üretilebilecek bir forma dönüştürmek amacıyla geometrik olarak 1/3 ölçek ile küçültülmüş ve 3 boyutlu yazıcı filamenti olan ABS ile analizleri yapılmıştır. Küçültülen bu modelde ilk dört mod şekline karşılık gelen doğal frekanslar sırasıyla 17,4 Hz, 86,7 Hz, 109,1 Hz ve 305,4 Hz'dir.

NASIL ENGELLENEBİLİR?

Uçak kanadı yapısından esinlenerek frekansı azaltmak için plakanın üstüne/içine enine veya boyuna olacak şekilde spar görevini görebilecek çelik levhalar eklenmiştir. Plakanın iç yapısına boyunca 36 mm çelik levha eklenmesi sonucu tam ölçekli yapının doğal frekanslarına ulaşılmıştır.



Fakat içi boşaltılmış modelin üretim aşamasında yapının kırılabilir ve dayanıksız olması sonucu plaka %100 dolu olarak üretilmiştir ve plaka üzerine çelik levhalar eklenmiştir.

ÖNERİLER, GELECEK ÇALIŞMALAR

Plakanın farklı ölçeklerde küçültülmesi sonucunda yapının geometrik olarak ölçeklendirilmesiyle doğal frekansları ölçek ile ters orantılı olarak artmıştır.

Ölçeği küçültülmüş plakanın içerisinden malzeme boşaltılması ile istenilen frekansa düşülememesiyle plakanın üstüne/içine farklı yoğunlukta malzeme eklenmiştir.

Plakanın doğal frekansına en yakın değerlerin elde edilebilmesi için çelik levhalar birbirine bitişik ve kanat ucundan doldurularak yerleştirilmelidir.

Dinamik yapısal özelliklerin korunarak elde edilebileceği küçültülmüş modeller ile hızlı bir şekilde elde edilebilmesi için, yapının doğal frekansını etkileyen parametreler belirlenerek bunlar bir yazılım içerisine aktarılabilir. Modellerin daha kolay ve çabuk olarak elde edilmesi için bir optimizasyon kodu, ilgili programın ara yüzüne eklenebilir.

